

TUGAS AKHIR
EKSPERIMEN DAN ANALISIS
PEMODELAN UJI TARIK PLAT LOGAM (*SHEET METAL*)
DENGAN STANDAR ASTM E 8M



Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Dan Syarat
Guna Memperoleh Gelar Strata -1 (S1)
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Disusun oleh :

Nama : ARI DARYANTO
NIM : D 200 020 017

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2007

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah disetujui untuk dipertahankan didepan dewan penguji Tugas Akhir sebagai syarat menyelesaikan program studi Srata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nama : **ARI DARYANTO**
Nim : **D 200 020 017**
Judul : **EKSPERIMEN DAN ANALISIS PEMODELAN
UJI TARIK PLAT LOGAM (*SHEET METAL*)
DENGAN STANDAR ASTM E 8M**

Hari : Rabu
Tanggal : 12 September 2007

Surakarta, 12 September 2007

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. H. Waluyo Adi S, M.Eng, PhD.)

(Tri Widodo B R, ST, MSc.)

HALAMAN PENGESAHAN

Dipertahankan didepan dewan penguji Tugas Akhir Jurusan Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dan diterima untuk
memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik

Hari : Rabu

Tanggal : 12 September 2007

Dewan penguji :

1. Ir. H. Waluyo Adi S, M.Eng, PhD. ()
2. Tri Widodo B R, ST, MSc. ()
3. Ir. Agus Hariyanto, MT. ()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Mesin UMS

(Ir. H. Sri Widodo, MT)

(Marwan Effendy, ST, MT)

MOTTO

- ❖ *Sesungguhnya sebenar benar ucapan adalah Kitabullah, sebaik baik petunjuk adalah petunjuk Rosulluloh, Seburuk-buruk urusan (ibadah) adalah yang diada-adakan, setiap ibadah yang diada-adakan adalah bid'ah, setiap bid'ah adalah kesesatan dan tiap kesesatan kembalinya adalah An Naar “.(Hadist Shahih Bukhari – Muslim)*
- ❖ *Ketahuiilah bahwa jalan keluar beserta kesulitan dan kemenangan disertai kesabaran dan sesungguhnya bersama kesulitan terdapat kemudahan”.(HR Ahmad)*
- ❖ *Rasa ingin tahu adalah ibu dari semua ilmu pengetahuan*
- ❖ *Jangan pernah menyerah dalam kegagalan, karena dari kegagalan itu kita akan berhasil hingga kan raih hari esok dengan berjuta kebahagiaan*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

- 1. Ibu dan Bapak tercinta yang telah membiayai, memberi semangat dan do'anya siang dan malam*
- 2. Nanang sebagai adikku satu-satunya yang kubanggakan*
- 3. Dek Maleo yang selalu memberiku semangat, menemaniku mencari dta dan jurnal.*
- 4. Agoeng Gawok yang telah banyak memberikan solusi semua permasalahanku. Teman-teman kampus Teknik Mesin "02" yang telah membantu dalam pembelajaran TA; S Roney, Imam, Dany, Subandi, dll*
- 5. Rekan-rekanq dan teman – teman seperjuangan di kampongu Pran, Andi Gedhel, Kaseh,, Diah, Dewo, Fir,Like, Bonk, dll.*
- 6. Almamaterku*
- 7. Semua yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji bagi Alloh Swt Tuhan semesta alam, yang telah memberikan segala kenikmatan yang tiada terkira sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini disusun untuk memperoleh salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana (S-1) Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Sri Widodo, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik UMS.
2. Bapak Marwan Effendy, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. H. Waluyo Adi S, M.Eng, PhD., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan arahan maupun petunjuk dengan penuh kesabaran dan juga selalu memberi semangat hingga selesainya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, ST., MSc, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan solusi dalam permasalahan yang dihadapi penulis.
5. Kedua orang tuaku dan adikku yang senantiasa berjuang dengan memberikan semangat dan doa.

6. Rekan-rekan Fakultas Teknik yang selalu memberikan dorongan bagi penulis.
7. Sahabat-sahabatku dirumah .

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini.oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun kepada semua pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para *Engineers*, khususnya mahasiswa Teknik Mesin. Amin.

Surakarta, 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR TUGAS	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penulisan	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Metodologi Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Jurnal <i>Sheet Metal</i> dan <i>Software Abaqus</i>	9
2.2. Dasar Teori	10
2.21. Baja Karbon	11
a. Baja Karbon rendah	11
b. Baja Karbon sedang	11
c. Baja Karbon tinggi	11
2.22. Sifat Mekanik Bahan	12
a. Bahan liat (<i>ductile</i>) dan bahan rapuh (<i>brittle</i>)	12
b. Modulus kekerasan (<i>Modulus of toughness</i>)	13
c. Batas luluh bahan	13
d. Klasifikasi bahan	14
e. Deformasi	14
2.23. Elastisitas dan Plastisitas Plat	19
a. Elastisitas	20
b. Plastisitas	22
c. Kurva Tegangan - Regangan	27
d. <i>Ductility</i>	33
e. Konversi <i>Engineering Strain</i> ke <i>True Strain</i>	34
f. Dekomposisi <i>Plastic Strain</i>	36
g. Perbandingan tegangan dan regangan	37
2.24. Metode Elemen Hingga	38
a. Elemen garis (Elemen satu dimensi)	40

b. Elemen dua dimensi	41
c. Elemen tiga dimensi	42
BAB III EXPERIMEN DAN SIMULASI DENGAN ABAQUS 6.5-3 SE	43
3.1. Eksperimen	43
3.11. Alat dan Bahan	44
a) Alat yang digunakan	44
b) Bahan	45
3.12. Cara Pengujian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1. Hasil Eksperimen dan Perhitungan Matematis	67
4.11. Spesimen	67
a) Pengujian 1	68
b) Pengujian 2	69
c) Pengujian 3	71
d) Pengujian 4	73
4.2. Hasil Simulasi dengan ABAQUS 6.5-3 SE	75
a) Model 1	75
b) Model 2	76
c) Model 3	77
d) Model 4	78
e) Model 5	79
BAB V PENUTUP	80
5.1. Kesimpulan	80

5.2. Saran	84
------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Dimensi Spesimen Sesuai Standar <i>ASTM E8M</i>	5
Gambar I.2. <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	7
Gambar II.1. filamen plat.....	14
Gambar II.2. Diagram Tegangan - Regangan	17
Gambar II.3. Garis Modulus	21
Gambar II.4. Kurva <i>True Stress and True Strain</i>	28
Gambar II.5. Jenis Kurva <i>Stress - Strain</i>	30
Gambar II.6. Grafik <i>Strain Rate</i>	32
Gambar II.7. Karakteristik hubungan <i>Stress – Strain</i>	34
Gambar II.8. Dekomposisi total <i>strain</i> ke komponen plastik dan elastik.....	37
Gambar II.9. <i>Principal Stress</i>	38
Gambar II.10. Elemen Satu Dimensi	41
Gambar II.11. Elemen Segitiga, Segiempat, <i>Quadrilateral</i>	41
Gambar II.12. Elemen Tiga Dimensi.....	42
Gambar III.1. <i>Testing Machine Geotech</i>	44
Gambar III.2. Jangka sorong	45
Gambar III.3. Benda uji	45
Gambar III.4. <i>Main Window</i>	48
Gambar III.5. <i>Start Session</i>	49
Gambar III.6. <i>Create Part</i>	50
Gambar III.7. <i>Part</i>	50

Gambar III.8. <i>Density</i>	53
Gambar III.9. <i>Elasticity</i>	53
Gambar III.10. <i>Plasticity</i>	53
Gambar III.11. <i>Create Sections</i>	54
Gambar III.12. <i>Edit Section</i>	54
Gambar III.13. <i>Section Assignment</i>	55
Gambar III.14. <i>Instance</i>	56
Gambar III.15. <i>Set</i>	57
Gambar III.16. <i>Surface</i>	57
Gambar III.17. <i>Step</i>	58
Gambar III.18. <i>Edit Step</i>	59
Gambar III.19. <i>Field Output Requests</i>	59
Gambar III.20. <i>History Output Requests</i>	60
Gambar III.21. <i>Bcs</i>	61
Gambar III.22. <i>Bcs</i>	61
Gambar III.23. <i>Partition face</i>	62
Gambar III.24. <i>Mesh control</i>	63
Gambar III.25. <i>Mesh elemen type</i>	63
Gambar III.26. <i>Mesh instance</i>	64
Gambar III.27. <i>Job</i>	65
Gambar III.28. <i>Visualization deformasi</i>	65
Gambar III.29. <i>Visualization arah gaya</i>	66
Gambar III.30. <i>Grafik Stress – Strain</i>	66

Gambar IV.1. Benda uji setelah diuji tarik	67
Gambar IV.2. Grafik pengujian 1	69
Gambar IV.3. Grafik pengujian 2	71
Gambar IV.4. Grafik pengujian 3	72
Gambar IV.5. Grafik pengujian 4	74
Gambar IV.6. Grafik gabungan pengujian 1, 2, 3, 4	74
Gambar IV.7. Model <i>mesh</i> dan grafik model 1	75
Gambar IV.8. Model <i>mesh</i> dan grafik model 2	76
Gambar IV.9. Model <i>mesh</i> dan grafik model 3	77
Gambar IV.10. Model <i>mesh</i> dan grafik model 4	78
Gambar IV.11. Model <i>mesh</i> dan grafik model 5	79
Gambar V.1. Grafik perbandingan simulasi dan eksperimen	81
Gambar V.2. Prosentase error simulasi 1 terhadap eksperimen	82
Gambar V.3. Prosentase error simulasi 2 terhadap eksperimen	82
Gambar V.4. Prosentase error simulasi 3 terhadap eksperimen	83
Gambar V.5. Prosentase error simulasi 4 terhadap eksperimen	83
Gambar V.6. Prosentase error simulasi 5 terhadap eksperimen	84

Abstraksi

Pengujian tarik suatu material diperlukan sebagai dasar suatu rancangan sebelum dilakukan proses produksi, guna memperoleh data tentang kekuatan tarik (tension strength), batas luluh (yield point), perpanjangan (elongation), elastisitas, plastisitas sampai material mengalami perpatahan (fracture). Material yang diteliti adalah steel carbon dengan pengujian tarik menggunakan standarisai ASTM-E8M.

Dalam penelitian ini dilakukan secara konvensional menggunakan testing machine Geotech yang hasilnya akan dapat dilihat di port komputer yang terhubung dengan mesin uji tarik (testing machine). Dapat dilihat hasilnya berupa grafik tegangan – regangan (Stress-Strain Curve).

Hasil dari pengujian secara konvensional akan dibandingkan dengan simulasi tension test dengan software ABAQUS 6.5-3 hingga didapatkan hasil yang saling mendekati. Dalam simulasi ini menggunakan sistem finite elemen method yaitu menggunakan pendekatan metode elemen hingga dengan pemodelan meshing / membagi mesh menjadi beberapa bagian pada material sheet metal.

Kata kunci : Eksperimen, simulasi ABAQUS.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H.; Daryanto, 1999, *Ilmu Bahan Logam*, Terjemahan : Anwir B.S., Jilid III, Cetakan ke-2, PT. Bhratara, Jakarta.
- Annual Book of ASTM Standards Designation: E 8M* (2002).
- Beumer, B.J.M.; Anwir, B.S. (Alih Bahasa), 1978, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid III, Cetakan ke-2, CV. Bharatara, Jakarta.
- Cook R.D., 1990, (alih bahasa Bambang Suryoatmono), *Konsep dan Aplikasi Metode Elemen Hingga*, Eresco, Bandung
- Dieter, G.E.; Djaprie, S. (Alih Bahasa), 1990, *Metalurgi Mekanik*, Jilid I, Edisi ke-3, PT. Erlangga, Jakarta.
- Groenendijk, G.; Van Deer Linde, J.; Sachri, S. (Alih Bahasa), 1994, *Pengujian Material*, Cetakan ke-1, CV. Binacipta, Jakarta.
- Jasmani, E. *Analisis Perubahan Ketebalan pada Komponen Produk Deep Drawing dengan Metode Numerik dan Metode Elemen Hingga menggunakan Software Abaqus 6.5.1*, 2006.
- Jing Zhang, 1999, *Research on Forming Limit Stress Diagram (FLSD)*, zhang@ ippt.gov. pl, China
- Marciniak.Z, J.L. Duncan, S. J. Hu, 2002, *Mechanics of Sheet Metal Forming*, LaserWord Private Limited, Chennai, India.
- Modelson A., 1983, *Plasticity: Teory and Application*, Robert E. Kringer Publishing Company, Florida
- Rao P. N, 1987, *Manufacture Technology: Foundry, Forming, and Welding*, Mc Graw-Hill companies, New Delhi.
- Singer, F.L dan Andrew Pytel. 1995. *Ilmu Kekuatan Bahan (Teori Kokoh-Strength of Material)* (alih bahasa Darwin Sebayang) Edisi II. Jakarta: Erlangga.
- Siswanto,W. A., *Modul Pelatihan Abaqus (Versi 6.5-1)*, 2006.

Timoshenko. Goodier. 1986. *Teori Elastisitas* (alih bahasa oleh Darwin Sebayang) Edisi III.
Jakarta: Erlangga.